

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Факультет фізичного виховання і спорту  
Кафедра медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації

Казначеева Ірина Миколаївна

**МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО АЛГОРИТМУ СТІЙКОСТІ  
СЕРЦЕВОГО РИТМУ ЛЮДИНИ В РІЗНИХ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ  
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО АДАПТАЦІЙНИХ РЕЗЕРВІВ**

Спеціальність 091–Біологія

Автореферат дипломної роботи  
на здобуття кваліфікації магістра

Миколаїв 2022

Робота виконана на кафедрі медико-біологічних основ спорту та фізичної реабілітації, факультету фізичного виховання і спорту, Чорноморського національного університету імені Петра Могили, Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник**

Доктор біологічних наук, професор

Остапченко Л.І. Чорноморський національний університет імені Петра Могили

**Рецензент:**

к.б.н. доцент кафедри біології людини та імунології

Шкуропат Анастасія Вікторівна, Херсонський державний університет

Захист відбудеться \_\_ лютого 2022 р. о \_\_.00 год. на засіданні екзаменаційної комісії у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили (54003, м. Миколаїв, вулиця 68 Десантників, 10)

З дипломною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили (54003, м. Миколаїв, вулиця 68 Десантників, 10)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність.** Життєдіяльність людини, її адаптація до умов зовнішнього і внутрішнього середовища, що постійно змінюються, здійснюється в складному світі тимчасових взаємин. Живий організм, будучи відкритою термодинамічною системою, обмінюється з навколишнім середовищем енергією, пластичними речовинами, продуктами життєдіяльності, інформацією та часом. Формування «продуктів» обміну та безпосередньо обмінні процеси пов'язані з функціональною активністю різних систем організму та компонентів навколишнього середовища. Час є динамічним чинником всіх проявів життєдіяльності і постає як сполучна ланка просторових структур.

На сприйняття часу людиною та тимчасову організацію функцій впливають психофізіологічні. Просторова організація біологічної системи зазвичай вивчалася переважно з морфологічної погляду. Проте елементами біологічного простору є як морфологічні структури, а й просторово розподілені у яких параметри фізіологічних процесів організму. Просторова організація живої системи є сукупністю взаємодіючих між собою гетерогенних структур, об'єднаних функціями, ієрархічно впорядкованими у просторі.

Просторово-часова організація біологічної системи вивчена недостатньо. Є лише поодинокі роботи цього напрямку, що стосуються систем проліферації, енергетичного метаболізму, гормональної системи.

Загальна структура просторово-часової організації організму зберігається при екзогенних впливах, що дозволяє говорити про стійкість системи до несприятливих умов зовнішнього середовища. У цьому вивченні механізму компенсаторно-приспосувальних реакцій організму має здійснюватися при обов'язковому дослідженні внеску окремих елементів просторово-часової організації системи у загальний адаптаційний процес.

Діагностика стану адаптаційних механізмів є важливим завданням сучасної медицини. У численних роботах з адаптації наголошується, що найбільш швидко реагує ланкою в адаптаційних реакціях організму є система кровообігу, а

варіабельність серцевого ритму чітко відображає зміну напруги діяльності регуляторних систем при різних станах. Неспецифічність та висока чутливість сучасного методу аналізу варіабельності серцевого ритму робить його незамінним інструментом для діагностики функціональної активності організму.

У серцево-судинній системі спостерігається чіткий прояв тимчасово-проміжних паралелей. Так, у серці є просторово відокремлені генератори ритму з різною пейсмеркерною активністю, що створюють каскад внутрішньосерцевих ритмоутворювальних структур із низхідним градієнтом автоматії. Просторову орієнтацію має також багатоконтурна та багаторівнева нейрогуморальна система, що управляє ритмоосвітнім процесом серця. У системі регуляції ритмом серця виділяють центральний та периферичний контури, які представлені симпатичною та парасимпатичною ланками вегетативної регуляції, гемодинамічним центром, внутрішньосерцевими механізмами. Кожна з цих структур вносить свої корективи у функціонування синоатріального вузла. Визначити внесок вищезгаданих структурних компонентів у регуляцію серцевої діяльності можна за показниками варіабельності серцевого ритму.

**Метою** нашої роботи є комплексне вивчення просторово-часових взаємин механізмів регуляції ритмоосвітніх процесів серця в умовах відносного функціонального спокою, а також за фізичних та розумових навантажень.

Для досягнення поставленої мети ми сформулювали такі **завдання**:

1. Дослідити взаємозв'язок між тимчасовими та просторовими характеристиками системи формування серцевого ритму у людини в умовах функціонального спокою.

2. Дослідити взаємозв'язок між тимчасовими та просторовими характеристиками системи формування серцевого ритму з урахуванням типу вегетативної регуляції серцевого ритму та тонуусу вегетативної нервової системи.

3. Розглянути особливості індивідуального сприйняття часу у студентів молодших курсів та досліджувати зв'язок тривалості індивідуальної хвилини з просторово-часовими характеристиками ритмоосвітнього процесу серця.

4. Дослідити просторово-часовий статус механізму регуляції серцевого ритму та особливості сприйняття часу у студентів молодших курсів при фізичному навантаженні середньої інтенсивності.

5. Дослідити просторово-часовий статус механізму регуляції серцевого ритму та особливості сприйняття часу у студентів молодших курсів при інтелектуальному навантаженні.

### **Новизна дослідження**

Вперше здійснено дослідження формування ритму серця в організмі людини з позицій просторово-часової організації фізіологічних функцій.

Вперше отримано уявлення про просторово-часову організацію механізму ритмоосвітнього процесу серця з урахуванням вегетативного статусу та особливостей регуляції серцевої діяльності.

Новизна дослідження полягає у проведенні комплексного аналізу часових та просторових параметрів варіабельності серцевого ритму при фізичному та інтелектуальному навантаженнях.

Вперше визначено зв'язок між тривалістю індивідуальної хвилини та показниками варіабельності серцевого ритму у людини у стані відносного функціонального спокою з урахуванням вегетативного тону та типів вегетативної регуляції.

Вперше визначено зв'язок між суб'єктивною оцінкою часу людиною та показниками варіабельності серцевого ритму при фізичному та інтелектуальному навантаженнях.

### **Теоретична та практична значимість**

Сформульовано нові наукові положення, що доповнюють сучасні знання про формування частоти та ритму серця. Виявлено кореляційний зв'язок між індивідуальним сприйняттям часу та ритмоосвітнім процесом серця. Отримані в ході дослідження дані розширюють уявлення про механізми просторово-часових взаємин у біологічних системах. Просторово-часові характеристики регуляції ритму серця можуть бути використані в комплексній оцінці компенсаторно-приспосувальних реакцій організму за різних функціональних станів.

Виявлені кореляційні зв'язки між тривалістю індивідуальної хвилини та показниками варіабельності серцевого ритму дозволяють використовувати внутрішній відлік часу як критерій оцінки вегетативного статусу організму та його адаптаційних можливостей. Вивчено особливості сприйняття часу у процесах інтелектуального та фізичного навантажень.

**Структура й обсяг роботи.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (139). Загальний обсяг дипломної роботи складає 84 сторінок, вона містить 15 таблиць та 12 рисунків.

### ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі розкрито актуальність теми магістерської роботи, наведено зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету та завдання, предмет та об'єкт, методи та інформаційну базу дослідження, представлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, апробацію результатів дослідження, а також подано структуру роботи.

У першому розділі «**Огляд літературних джерел**» проведено теоретичний аналіз і узагальнення вітчизняної та зарубіжної науково-методичної літератури з проблеми наукового дослідження; розглянуто специфіку сприйняття часу з урахуванням індивідуальних особливостей людини. Вплив різних факторів (інтелектуальне навантаження, емоційний стрес, фізичне навантаження) на стан психофізіологічних та вегетативних процесів людини з урахуванням її біоритмів.

У другому розділі «**Методи та організація дослідження**» обґрунтовано й описано методи дослідження, відповідно до мети і завдань роботи, використовується варіаційна пульсометрія, спектральний аналіз ВСР, інтегральний показник активності регуляторних систем (PARS), моделювання інтелектуального навантаження, моделювання фізичного навантаження статистична обробка результатів дослідження.

У третьому розділі «**Результати дослідження та їх обговорення**» представлені результати дослідження індивідуальної хвилини у просторово-часових взаємовідносинах механізмів формування ритму та частоти серцевих скорочень. Просторові та часові показники формування ритму та частоти серцевих скорочень

при фізичному навантаженні середньої інтенсивності та при інтелектуальних навантаженнях.

Фізичне навантаження призвело до підвищення тону симпатичного відділу вегетативної нервової системи, оцінка якої проводилася комплексом гемодинамічних показників та інтегральних індексів функціонального стану організму піддослідних.

Після фізичного навантаження спостерігалася динаміка у показниках варіабельності серцевого ритму. Достовірні зміни відбулися в найбільш часто зустрічаються кардіоінтервалах, стрес індексі, показник активності регуляторних систем, відношенні середніх значень низькочастотних і високочастотних компонентів ВСР, потужності спектра високочастотного і низькочастотного компонентів варіабельності у відсотках від сумарної потужності коливань (1-2).

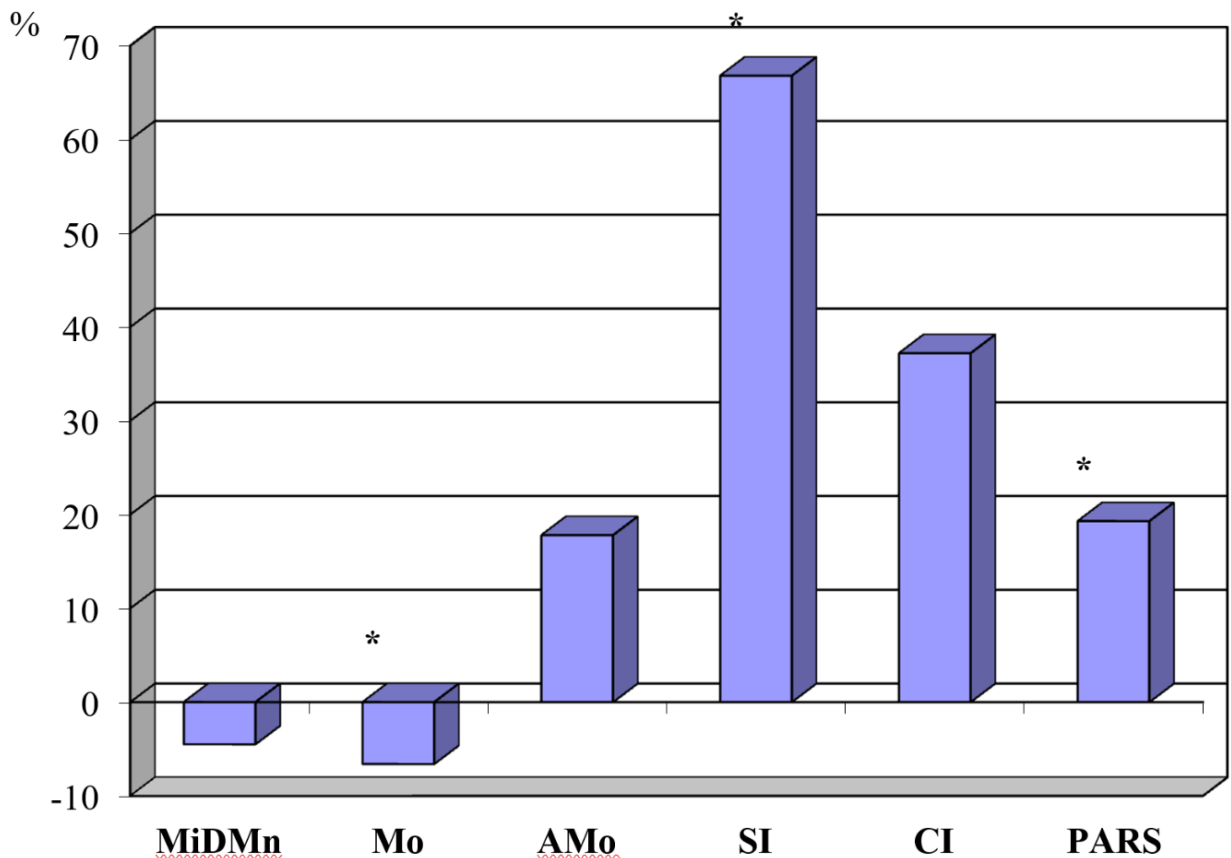


Рис. 1. Зміна показників варіабельності серцевого ритму після фізичного навантаження (у відсотках до вихідного стану)

В цілому можна відзначити наростання активності регуляторних систем, що відображають вплив різних відділів вегетативної нервової системи. Особливо

привертає увагу збільшення частки впливу симпатичного відділу вегетативної нервової системи над парасимпатичним при фізичному навантаженні.

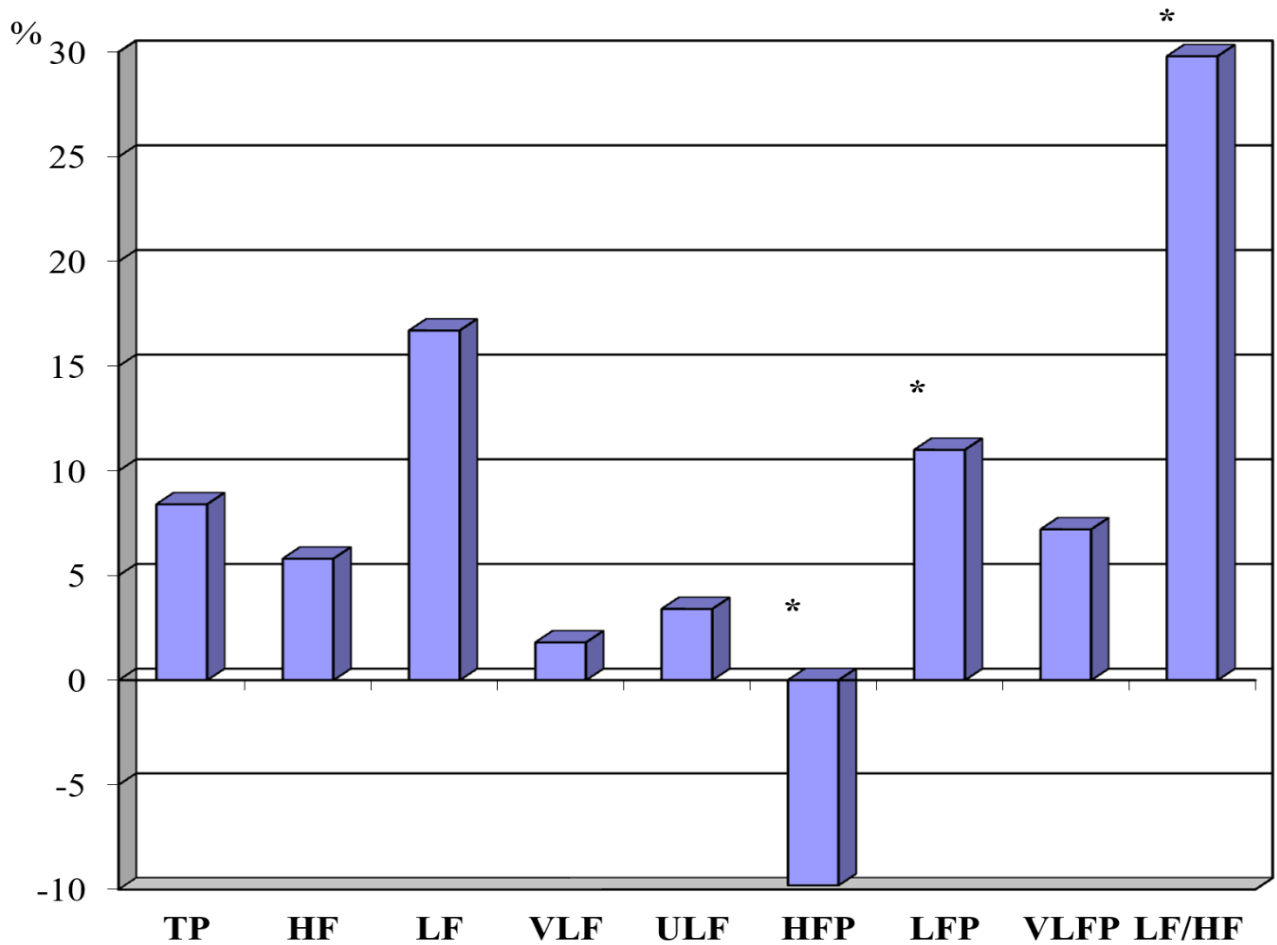


Рис. 2. Зміна показників спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму після фізичного навантаження (у відсотках до вихідного стану)

*Примітка: \* -  $P < 0,05$  – дано у порівнянні з вихідним станом параметрів*

Дослідження просторово-часових зв'язків морфофункціональних компонентів у ритмоутворювальних механізмах серця нами було проведено в динаміці реакції організму випробуваних на фізичне навантаження середньої інтенсивності. Оцінювалися три компоненти, що відображають тимчасові характеристики ритмічної діяльності серця та шість показників, пов'язаних з просторовою організацією регуляторів серцевого ритму. Комплекси параметрів, що зазнавали кореляційного аналізу, після фізичного навантаження виявляли тенденції як до підвищення кореляційного показника, так і його зниження (рис. 3-4).



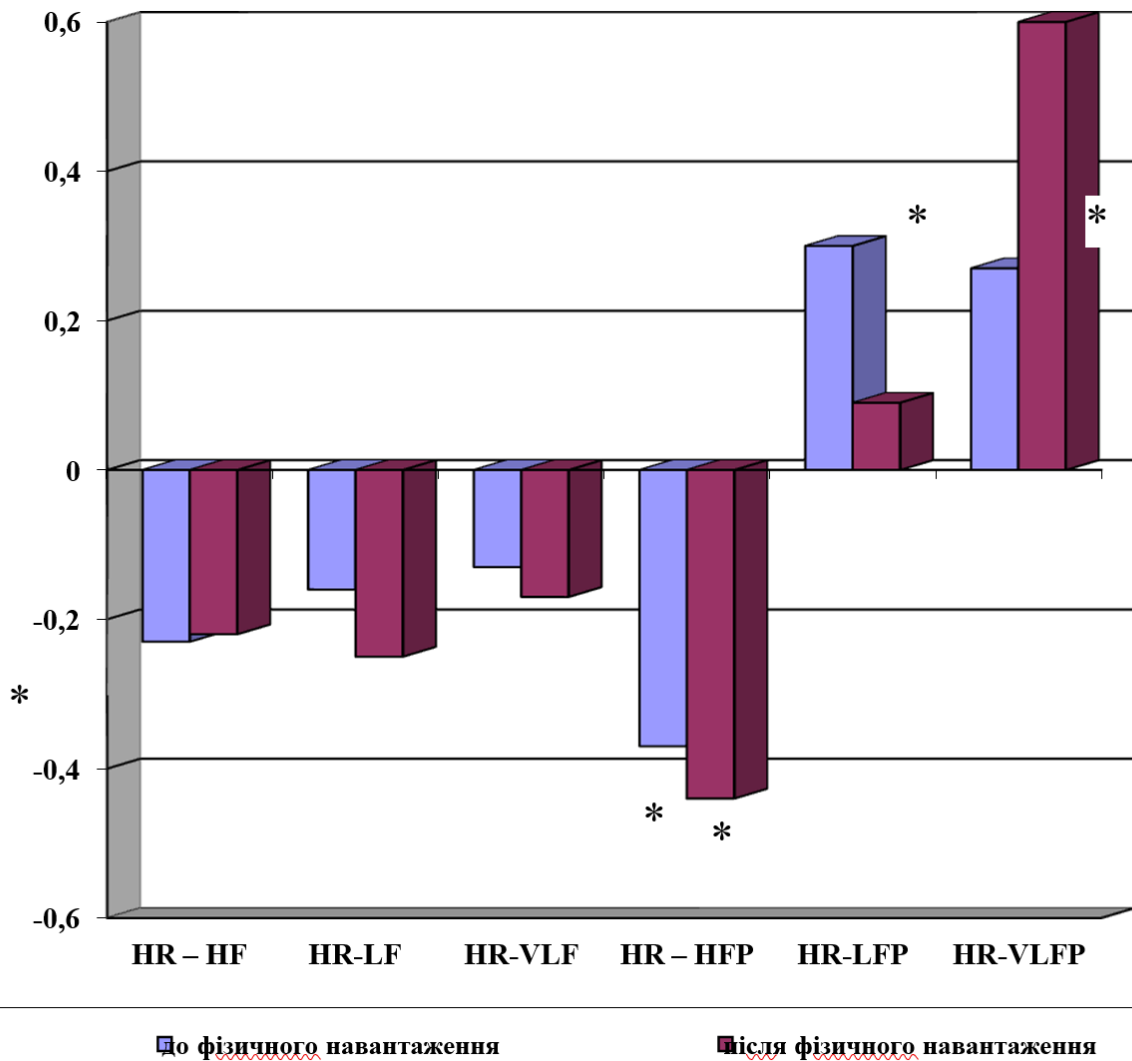


Рис. 3. Зміна кореляційних показників, що відображають зв'язок частоти серцевих скорочень та потужності хвиль ВСП після фізичного навантаження

Найбільш стабільну динаміку зростання виявили зв'язки показників, що відображають розкид кардіоінтервалів та потужність високочастотних, низькочастотних та дуже низькочастотних хвиль ВСП в абсолютних та відносних величинах.

Кореляційний показник, що відбиває зв'язок між величиною розкиду кардіоінтервалів і потужністю спектра хвиль ВСП, має провідне значення у групі інших кореляційних індексів як в умовах функціонального спокою, так і за фізичного навантаження середньої інтенсивності. Таким чином, розкид кардіоінтервалів є тимчасовим параметром механізму ритмоутворювального процесу серця, який

найбільш тісно пов'язаний з просторовими компонентами ритмогенезу серця.

Посилення кореляційних зв'язків при помірному фізичному навантаженні можна розглядати як компенсаторно-приспосувальну реакцію, що забезпечує сполучення просторових та часових компонентів у механізмі ритмоосвітньої функції серця, напруга регуляторних механізмів.

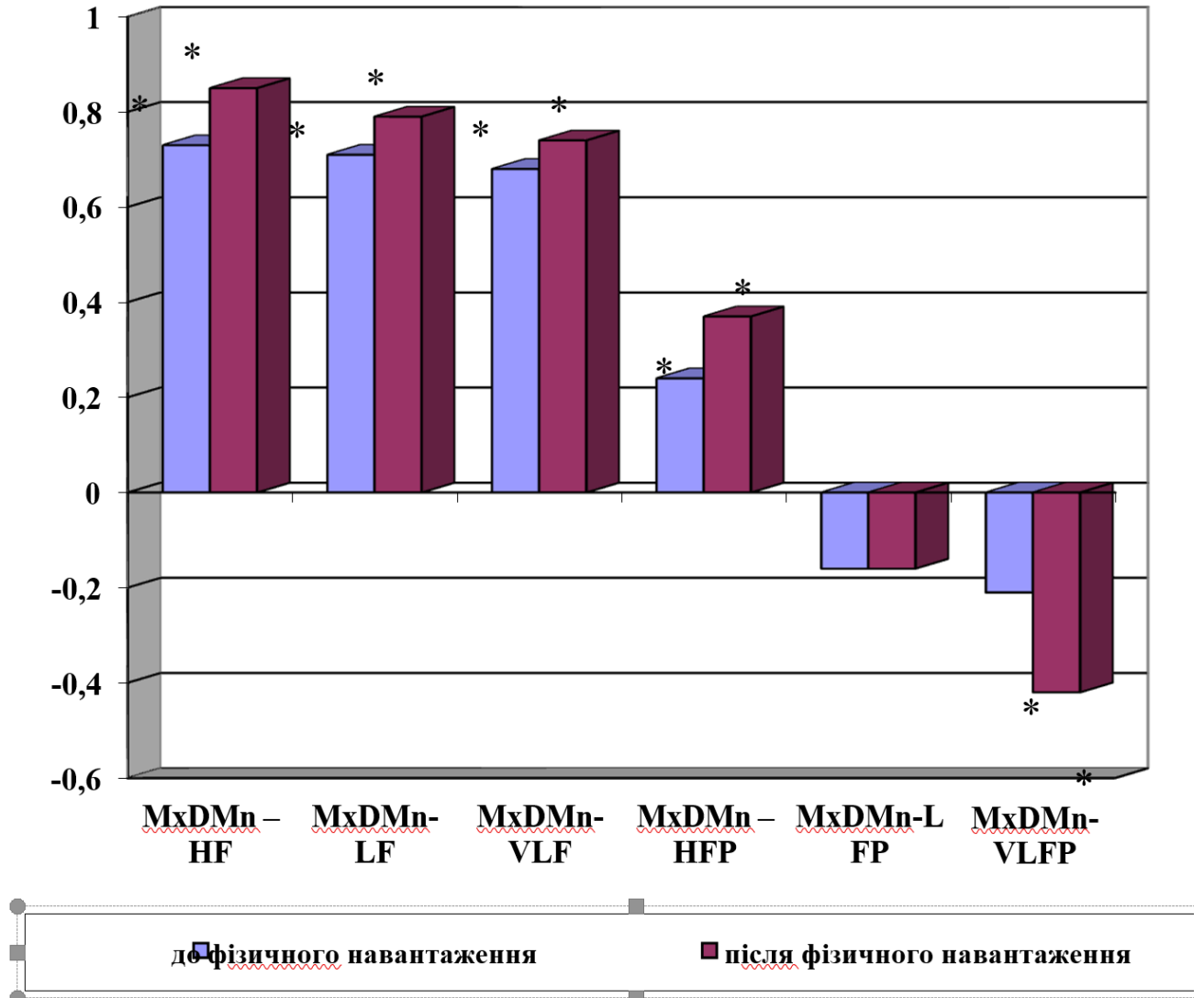


Рис. 4. Зміна кореляційних показників, що відображають зв'язок розкиду кардіоінтервалів та потужності хвиль ВСР, після фізичного навантаження

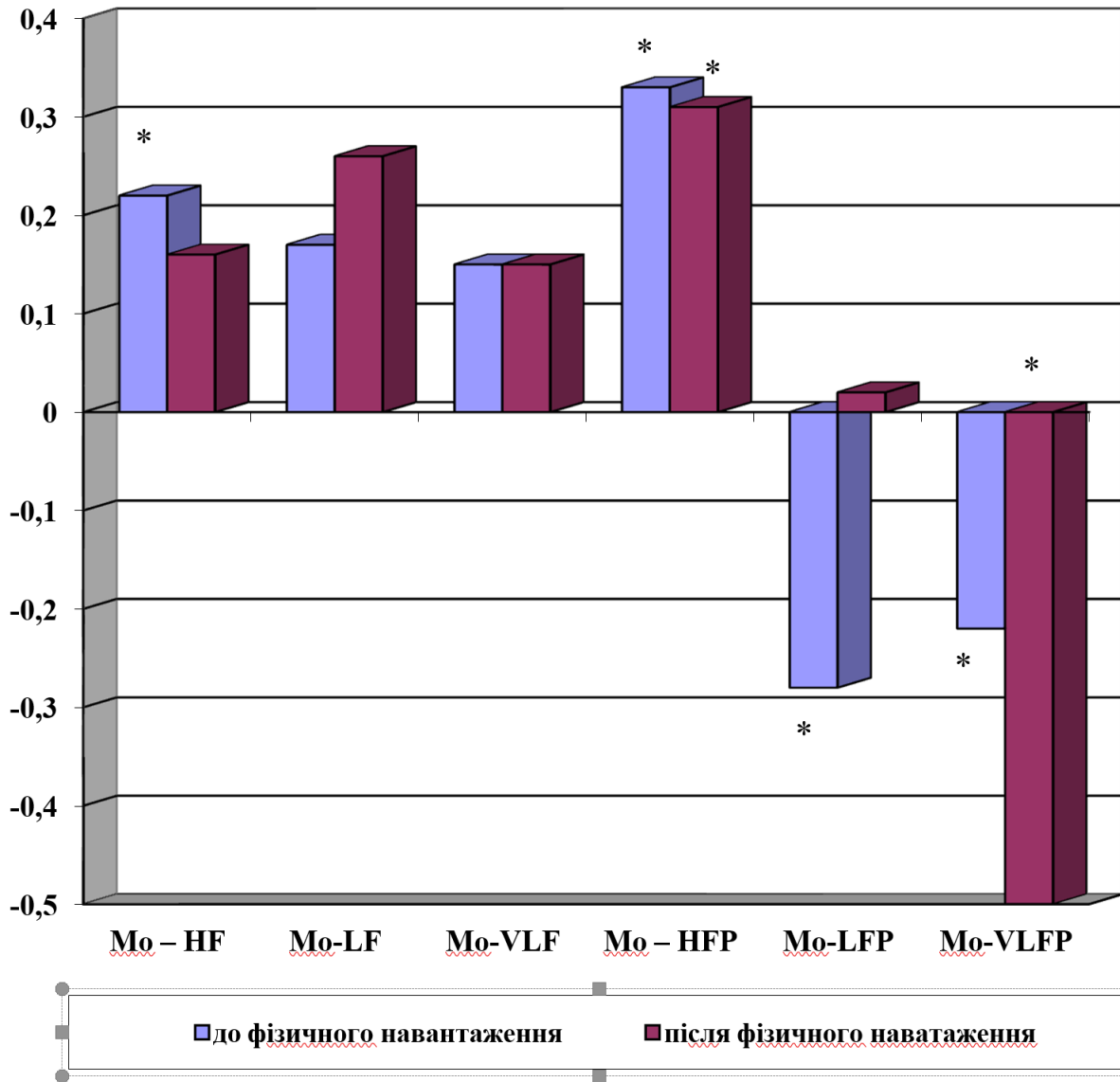


Рис. 5. Зміна кореляційних показників, що відображають зв'язок найчастіше зустрічається кардіоінтервалу і потужності хвиль ВСР, після фізичного навантаження

Далі ми оцінили вплив фізичної роботи на кореляційний зв'язок між тривалістю індивідуальної хвилини та функціональними характеристиками серцево-судинної системи (табл.1).

Отримані результати показують, що після фізичного навантаження середньої інтенсивності посилюються зв'язки індивідуальної хвилини з гемодинамічними показниками, що відображають потреби організму в доставці до органів та тканин кисню та поживних речовин. Слід також відзначити збільшення зв'язків тривалості індивідуальної хвилини з показниками ВСР, що характеризують активність

симпатичного відділу вегетативної нервової системи та центральних механізмів регулювання ритмоутворювальної функції серця. Спостерігається тенденція збільшення зв'язків індивідуальної хвилини з адаптаційним потенціалом та вегетативним індексом Кердо.

Таблиця 1

**Кореляційні зв'язки між тривалістю індивідуальної хвилини, показниками гемодинаміки та варіабельністю серцевого ритму до та після фізичного навантаження (n=50)**

Порівняльні показники	До фізичного навантаження	Після фізичного навантаження
IM-АП	-0,1	0,2
IM-BI	-0,04	0,2
IM-ЕПК	0,1	-0,02
IM-ІФАСНС	0,1	0,1
IM-АТС	-0,1	0,2
IM-АТД	-0,04	-0,2
IM-ЧСС	-0,1	0,2
IM-СО	-0,04	0,3*
IM-МОК	-0,1	0,3*
IM-Мо	0,1	-0,1
IM-АМо	0,01	-0,002
IM-TP	0,04	0,3*
IM-HF	-0,2	0,2
IM-LF	0,2	0,3*
IM-VLF	0,4*	0,3*
IM-ULF	0,04	0,3*
IM-SI	-0,03	0,1
IM-IC	0,1	0,2
IM-HFP	-0,2	-0,2
IM-LFP	0,2	0,1
IM-LF/HF	0,1	0,2
IM-PARS	-0,2	0,1
IM-MxDMn	-0,2	0,2

## ВИСНОВКИ

1. В умовах відносного функціонального спокою найбільш тісні кореляційні зв'язки утворюються між взаємодіючими компонентами, такими як показники сумарної потужності високочастотного, низькочастотного та дуже низькочастотного компонентів спектра варіабельності серцевого ритму в абсолютних величинах та розкидом максимальних та мінімальних значень кардіонтер.

2. У стані відносного функціонального спокою найбільш виражені зв'язки між тимчасовими та просторовими характеристиками системи формування серцевого ритму та його регуляцією виявляються у піддослідних з вираженою перевагою центральної та автономної вегетативної регуляції серцевого ритму.

3. Тривалість «індивідуальної хвилини» має функціональні зв'язки із просторово-часовими характеристиками ритмоосвітнього процесу серця. В умовах функціонального спокою тривалість індивідуальної хвилини виявляє найбільш сильні кореляційні зв'язки з показниками варіабельності серцевого ритму у перевірених з переважанням активності парасимпатичної нервової системи та вираженою перевагою центральної вегетативної регуляції.

4. Фізичне навантаження викликає збільшення просторово- тимчасової сполученості частоти серцевих скорочень, величини часто зустрічаються кардіоінтервалів та вкладу центрів симпатичної нервової системи в регуляцію ритмічної активності серця.

5. Розумове навантаження супроводжується збільшенням ступеня впливу центрального і автономного контурів регуляції всіх рівнів на формування частоти серцевих скорочень і тривалості найчастіших кардіоінтервалів. При розумовому та фізичному навантаженні збільшується сполученість тривалості індивідуальної хвилини з основними показниками варіабельності серцевого ритму, а при фізичному навантаженні також і з об'ємною швидкістю кровотоку.

## АНОТАЦІЇ

**Казначеева І.М. Моделювання інтегрального алгоритму стійкості серцевого ритму людини в різних екстремальних умовах для підвищення його адаптаційних резервів.** – На правах рукопису.

Дипломна робота на здобуття кваліфікації магістра за спеціальністю 091 «Біологія». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, 2022.

Магістерська робота присвячена питанню комплексного вивчення просторово-часових взаємин механізмів регуляції ритмоосвітніх процесів серця в умовах відносного функціонального спокою, а також за фізичних та розумових навантажень.

Вперше здійснено дослідження формування ритму серця в організмі людини з позицій просторово-часової організації фізіологічних функцій. Отримано уявлення про просторово-часову організацію механізму ритмоосвітнього процесу серця з урахуванням вегетативного статусу та особливостей регуляції серцевої діяльності. Новизна дослідження полягає у проведенні комплексного аналізу часових та просторових параметрів варіабельності серцевого ритму при фізичному та інтелектуальному навантаженнях. Визначено зв'язок між тривалістю індивідуальної хвилини та показниками варіабельності серцевого ритму у людини у стані відносного функціонального спокою з урахуванням вегетативного тону та типів вегетативної регуляції. Визначено зв'язок між суб'єктивною оцінкою часу людиною та показниками варіабельності серцевого ритму при фізичному та інтелектуальному навантаженнях. Отримані в ході дослідження дані розширюють уявлення про механізми просторово-часових взаємин у біологічних системах. Просторово-часові характеристики регуляції ритму серця можуть бути використані в комплексній оцінці компенсаторно-приспосувальних реакцій організму за різних функціональних станів.

**Ключові слова:** моделювання, інтегральний алгоритм, серцевий ритм, просторово-часові характеристики, вегетативна регуляція, адаптаційні резерви.